

1

Unsere Ohren sind fantastisch

Obwohl wir nur zwei Ohren haben, können sie

- nach vorne, nach hinten,
- zur Seite,
- nach oben und unten gleichzeitig hören.

Mit ihrer Hilfe können wir auch Entfernungen abschätzen.

Darum dienen uns unsere Ohren zur **Orientierung**.



2

Unsere Ohren sind fantastisch

Auch wenn wir schlafen – unsere Ohren bleiben wach.
Sie sind unser Wachorgan.

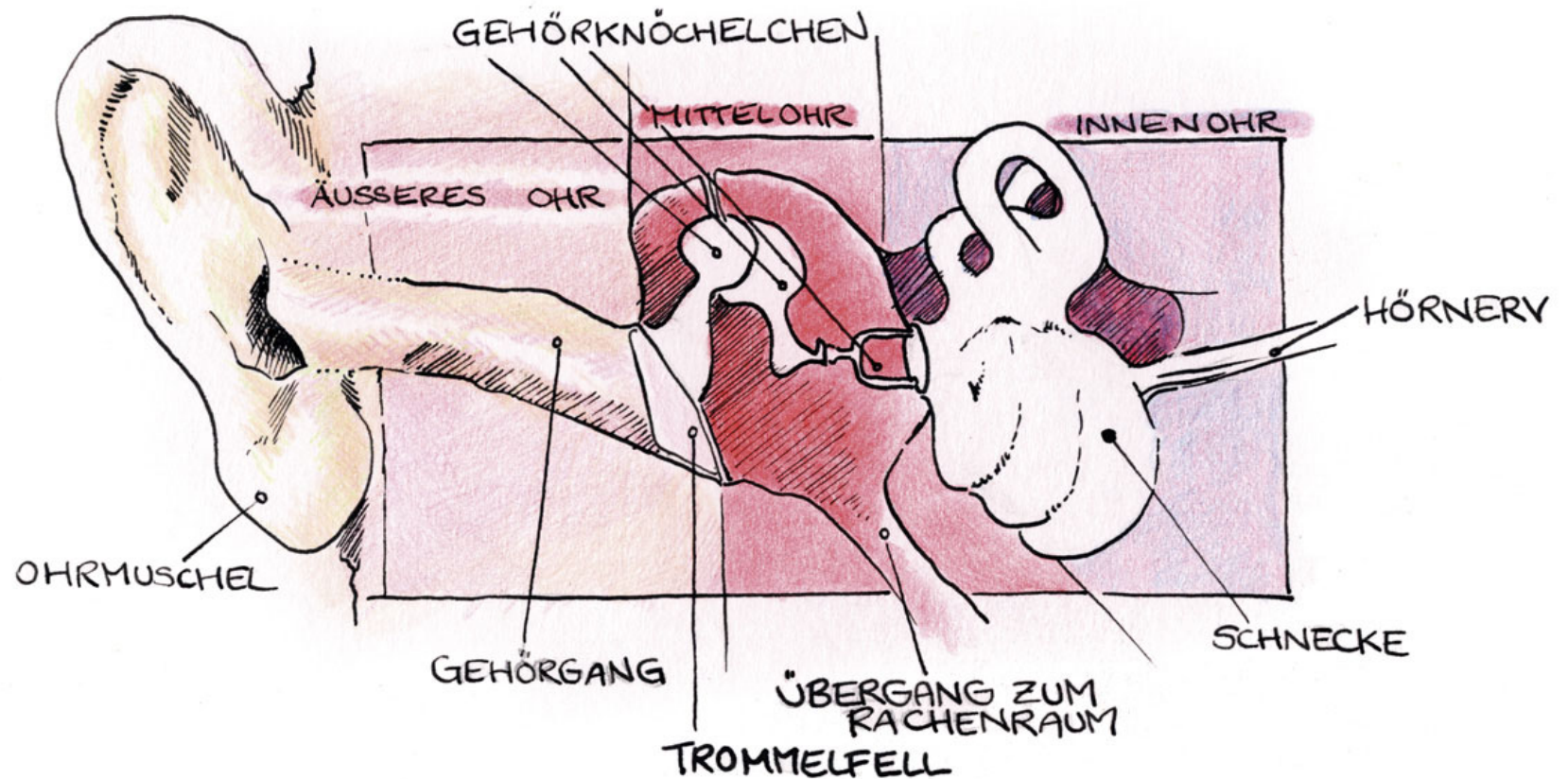
Unsere Ohren können im Dunkeln,
um die Ecke und durch
verschlossene Türen
hören.

Sind die Ohren
geschädigt, ist eine
Unterhaltung nur
noch schwer möglich.



3

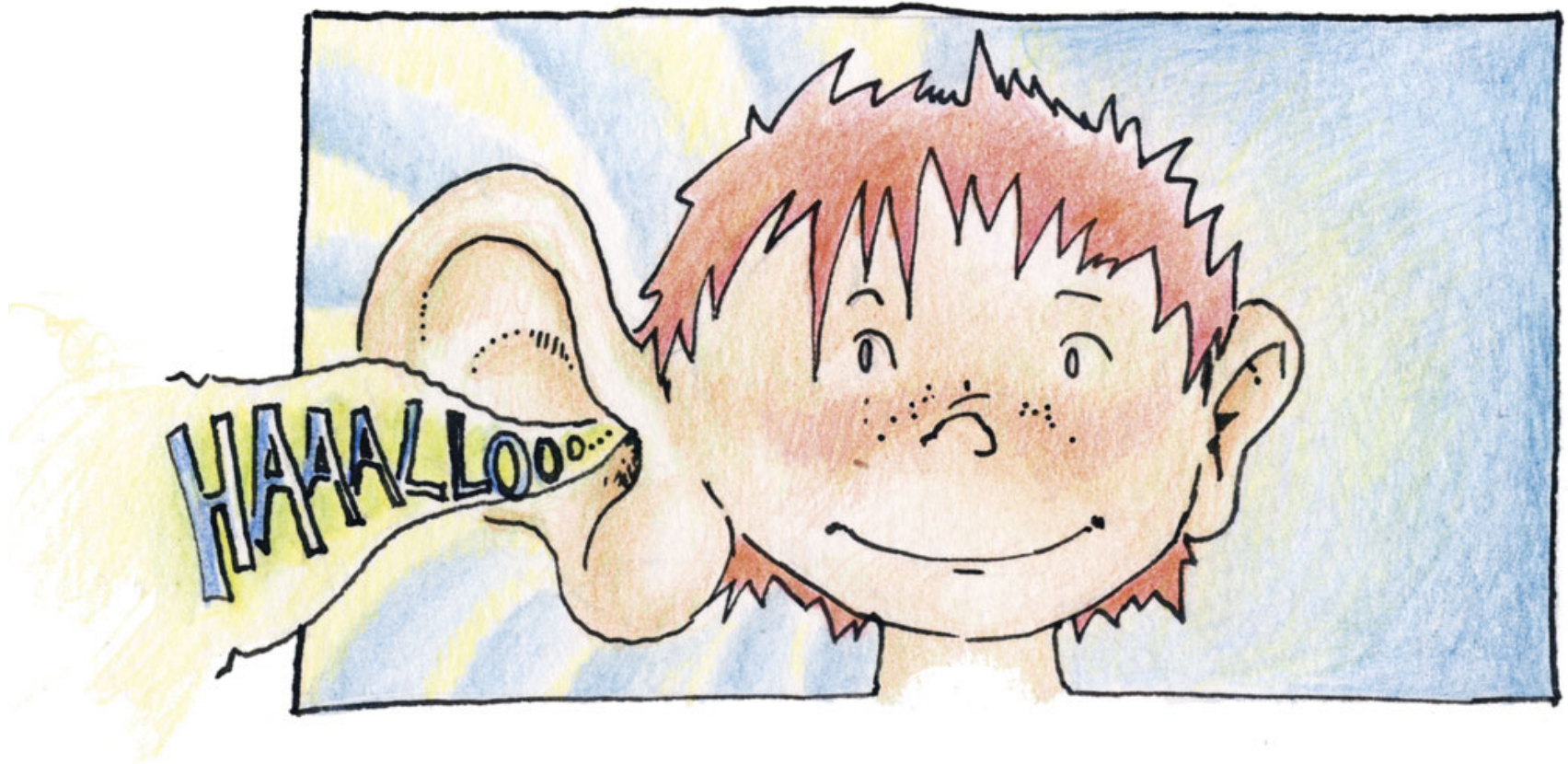
Der Aufbau des Ohres



Nicht nur, was man außen sieht, gehört zum Ohr –
innen geht es weiter.

4

Das Außenohr



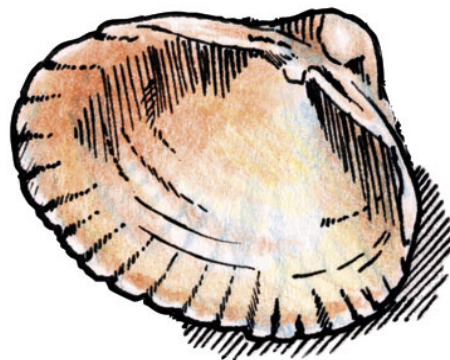
Das äußere Ohr besteht aus der **Ohrmuschel** und dem **Gehörgang**. Das **Trommelfell** trennt das Außenohr vom Mittelohr luft- und wasserdicht ab.

5

Die Ohrmuschel

Die Ohrmuschel sammelt den Schall aus der Umwelt und leitet ihn weiter zum Gehörgang (**Trichterprinzip**).

Woher kommt der Schall?
Wie weit ist die Schallquelle entfernt? Die **Ortung** des Schalls ist die zweite wichtige Aufgabe der Ohrmuschel.



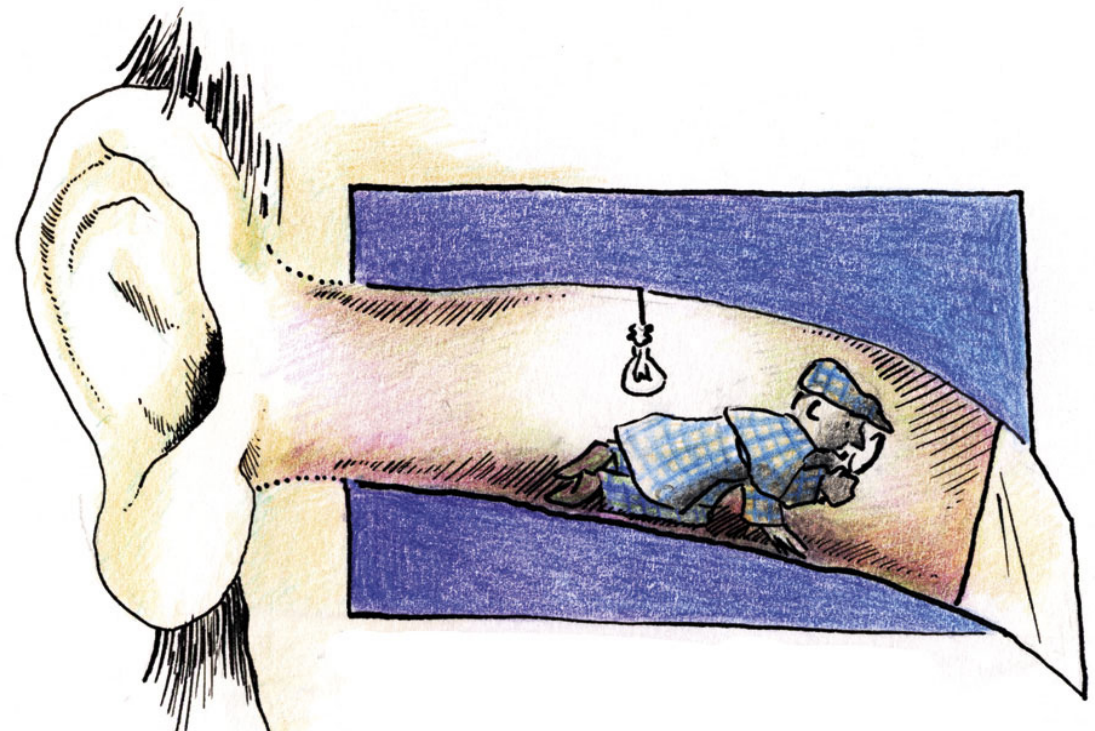
6

Aufgaben des Gehörgangs

Der **Gehörgang** ist ca. 3,5 cm lang und leicht gekrümmt.

Die Krümmung schützt Trommelfell und Mittelohr bis zu einem gewissen Grade vor Verletzungen durch starre Fremdkörper von außen.

Der Gehörgang leitet den von der Ohrmuschel empfangenen Schall zum Trommelfell.



7

Ohrenschmalz – iiiihhhh!!!

Das **Ohrenschmalz** gewährleistet den Säureschutzmantel der Gehörgangshaut.

Es ist Bakterien abweisend und nimmt Hautschüppchen, abgestoßene Härchen und Verunreinigungen aus dem Gehörgang auf.



8

Ohrenschmalz – iiiihhhh!!!

Durch unsere Kaubewegungen transportieren wir Ohrenschmalz ständig nach außen. Somit ist ein perfekter **Selbstreinigungsmechanismus** gewährleistet und eine Reinigung mit Ohrenstäbchen erübrigt sich.

Mit diesen schiebt man das Ohrenschmalz nur in die Tiefe des Gehörgangs, wo es zu einer Pfropfbildung kommen kann. Außerdem kann es zu schweren Verletzungen des Trommelfells kommen.

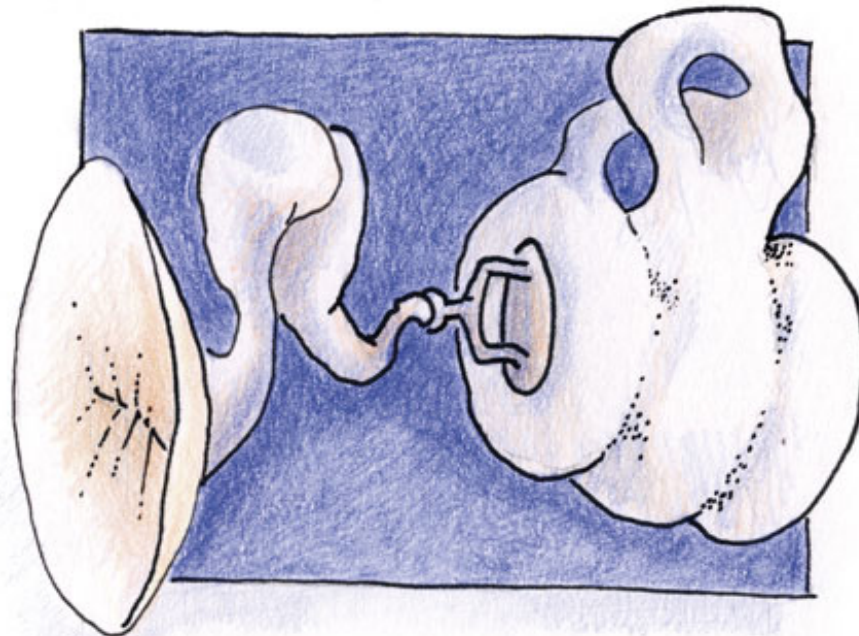


9

Das Trommelfell

Das Trommelfell ist ein elastisches perlmuttgrau glänzendes und straff gespanntes, mit zartesten Äderchen durchzogenes Häutchen.

Es trennt das Außenohr vom Mittelohr nicht nur wasser- sondern auch luftdicht ab.

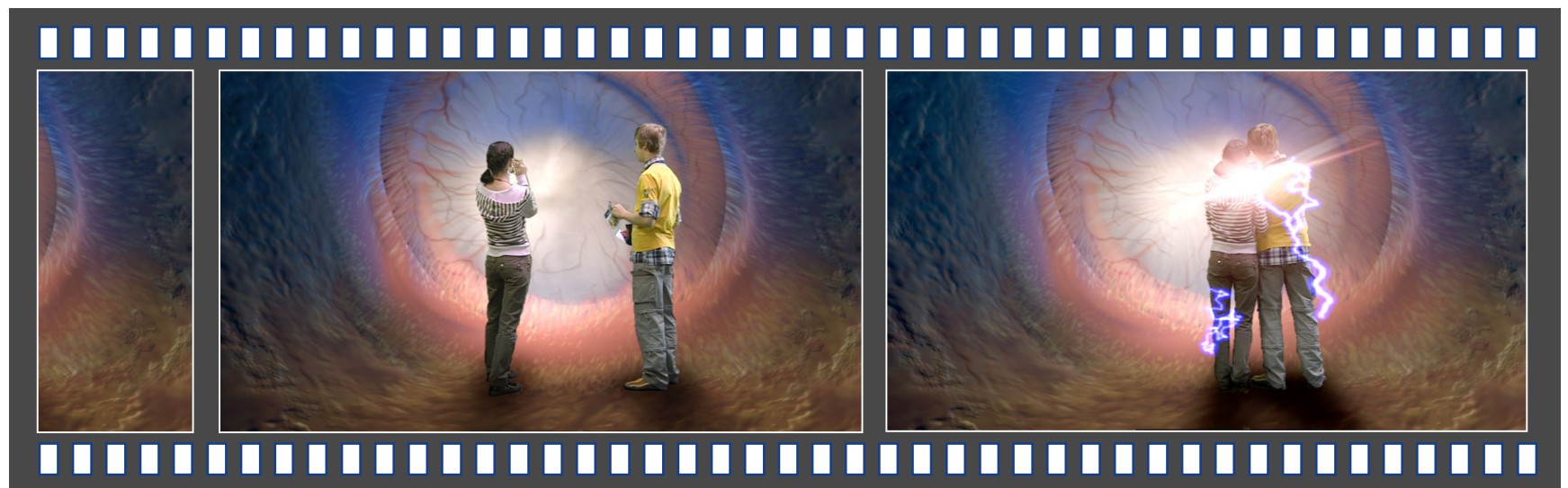


Durch die einfallenden **Schallwellen** wird es in **Schwingungen** versetzt, die es dann an die drei **Gehörknöchelchen** (Hammer, Amboss, Steigbügel) weiter gibt.

Das Trommelfell

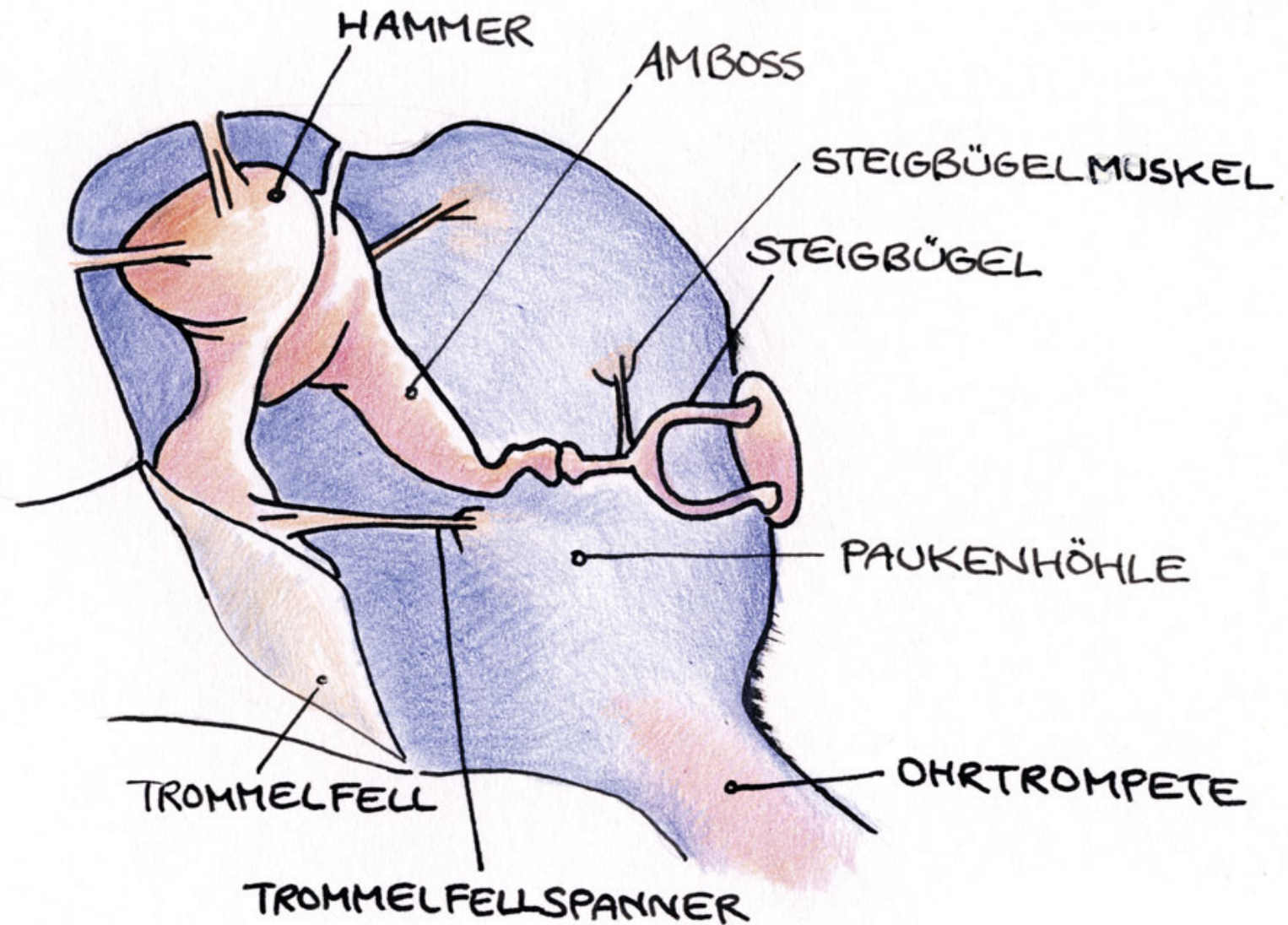
Im Prinzip funktioniert das Trommelfell umgekehrt wie eine Trommel: Wenn man auf die Membran einer Trommel schlägt, gerät diese in Schwingungen und erzeugt auf diese Weise Töne.

Genau umgekehrt ist es beim Trommelfell: Hier regen alle Töne, die vom Gehörgang auf das Trommelfell geleitet werden, dieses zum Schwingen an.



11

Das Mittelohr



12

Die Aufgaben des Mittelohrs

(1) Übertragung der Schwingungen vom Außenohr zum Innenohr

Der Griff des Hammers ist fest mit dem Trommelfell verbunden. So werden die Schallschwingungen der Luft über das Trommelfell in **mechanische Schwingungen** des Hammers umgewandelt und weiter über die anderen zwei Gehörknöchelchen zum **ovalen Fenster**, dem Eingang zum Innenohr, geleitet.



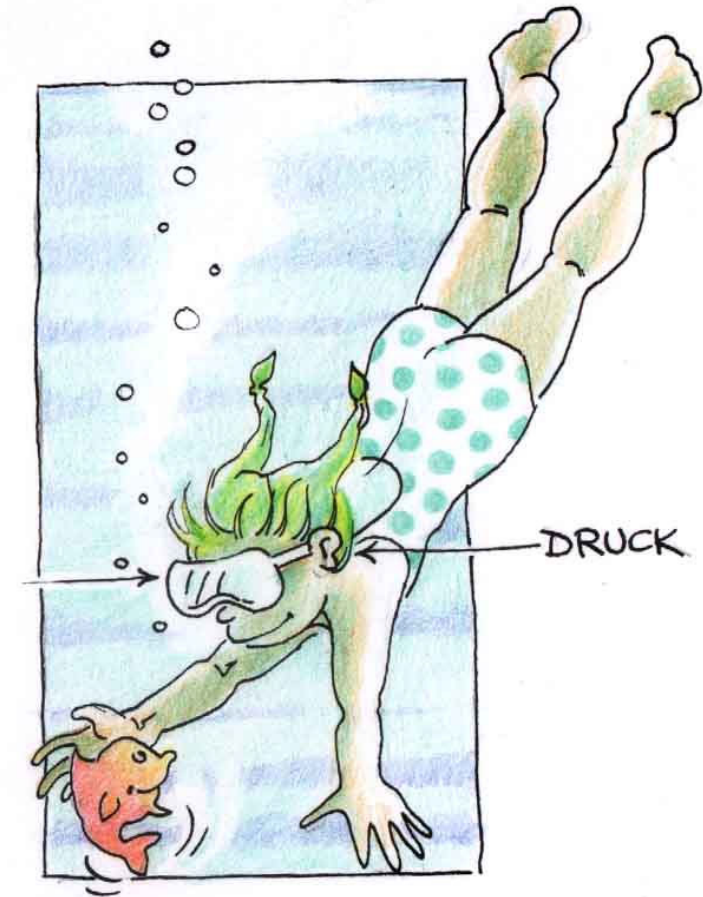
13

Die Aufgaben des Mittelohrs

(2) Druckausgleich

Die Paukenhöhle ist über die Ohrtrompete (Eustachische Röhre) mit dem Nasen-Rachenraum und damit mit der Außenluft verbunden.

**(Zur Erinnerung:
das Trommelfell ist
luftundurchlässig!)**



(3) Anpassung zwischen Mittel- und Innenohr

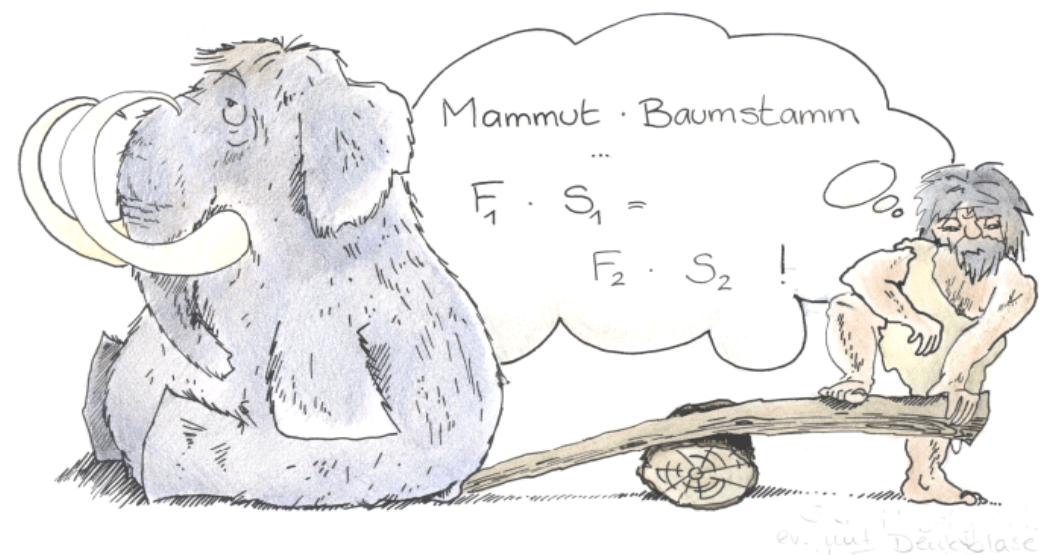
Verstärkung um den Faktor 22

Schallverstärkung im Mittelohr (1)

Hammer, Amboss und Steigbügel übertragen nicht nur die Schwingungen des Trommelfells auf das ovale Fenster, sie verstärken diese auch, denn die Gehörknöchelchen wirken als **Hebelsystem**.

In einem Hebelsystem wird bekanntlich die Kraft, die am langen Hebel ansetzt, am kurzen Arm verstärkt.

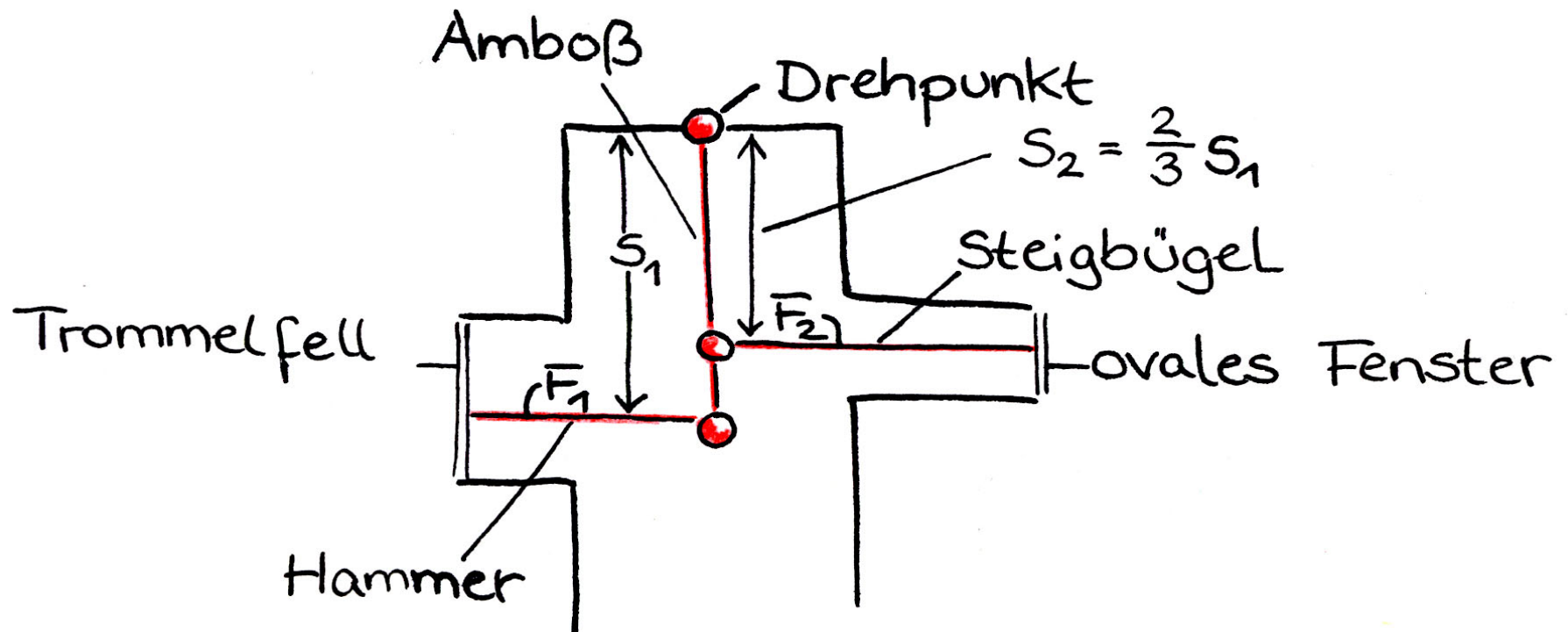
Im Ohr ist der am Trommelfell befestigte Hammergriff der lange Arm und der Ambossfortsatz mit dem Steigbügel der kurze.



15

Schallverstärkung im Mittelohr (2)

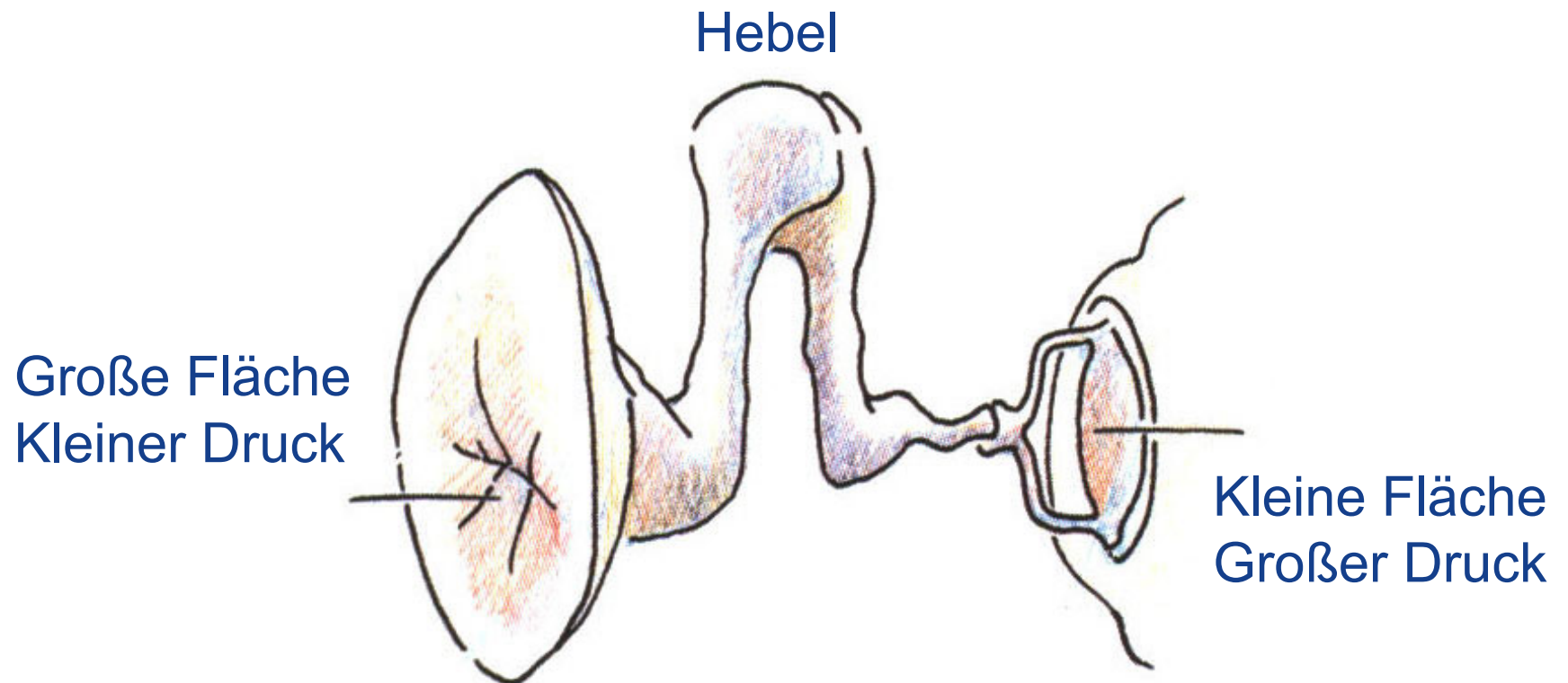
Das Hebelgesetz bewirkt eine Verstärkung um den Faktor 1,3.



16

Schallverstärkung im Mittelohr (3)

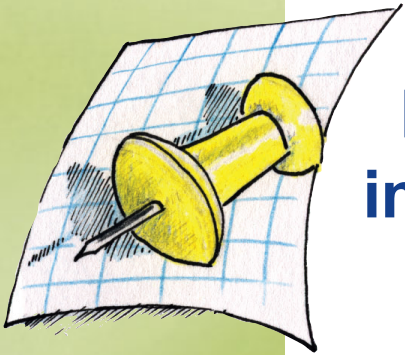
Auf Grund der Größenunterschiede von Trommelfell (55 mm^2) zu der Fußplatte des Steigbügels ($3,2 \text{ mm}^2$) ergibt sich nochmals eine Verstärkung um den **Faktor 17**.



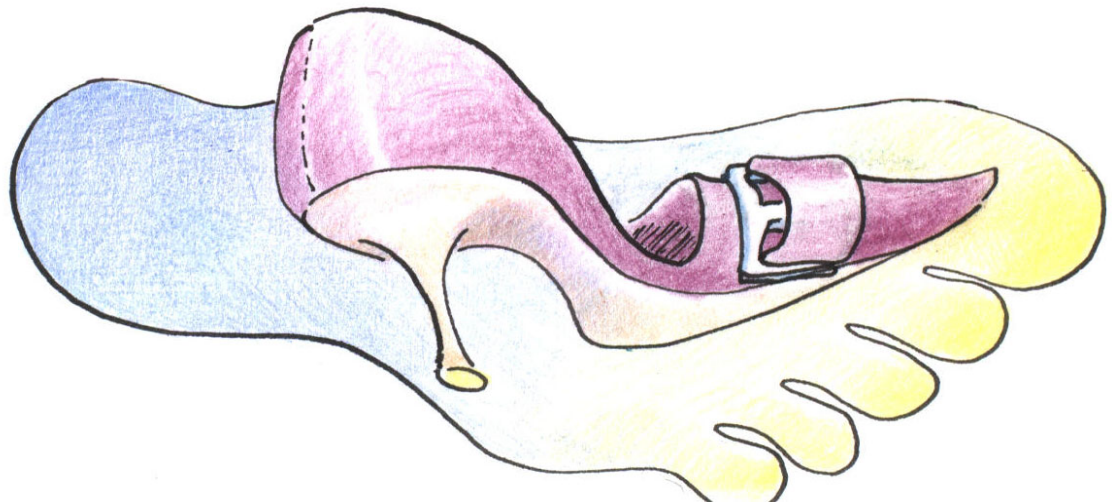
17

Schallverstärkung im Mittelohr (4)

Übrigens: Bei der Reißzwecke oder wenn mir jemand mit Pfennigabsatz auf den Fuß tritt, gilt dasselbe Prinzip.



Aufgrund des Größenunterschiedes und des Hebelgesetzes ergibt sich eine Gesamtverstärkung im Mittelohr von: $1,3 \times 17 = 22$

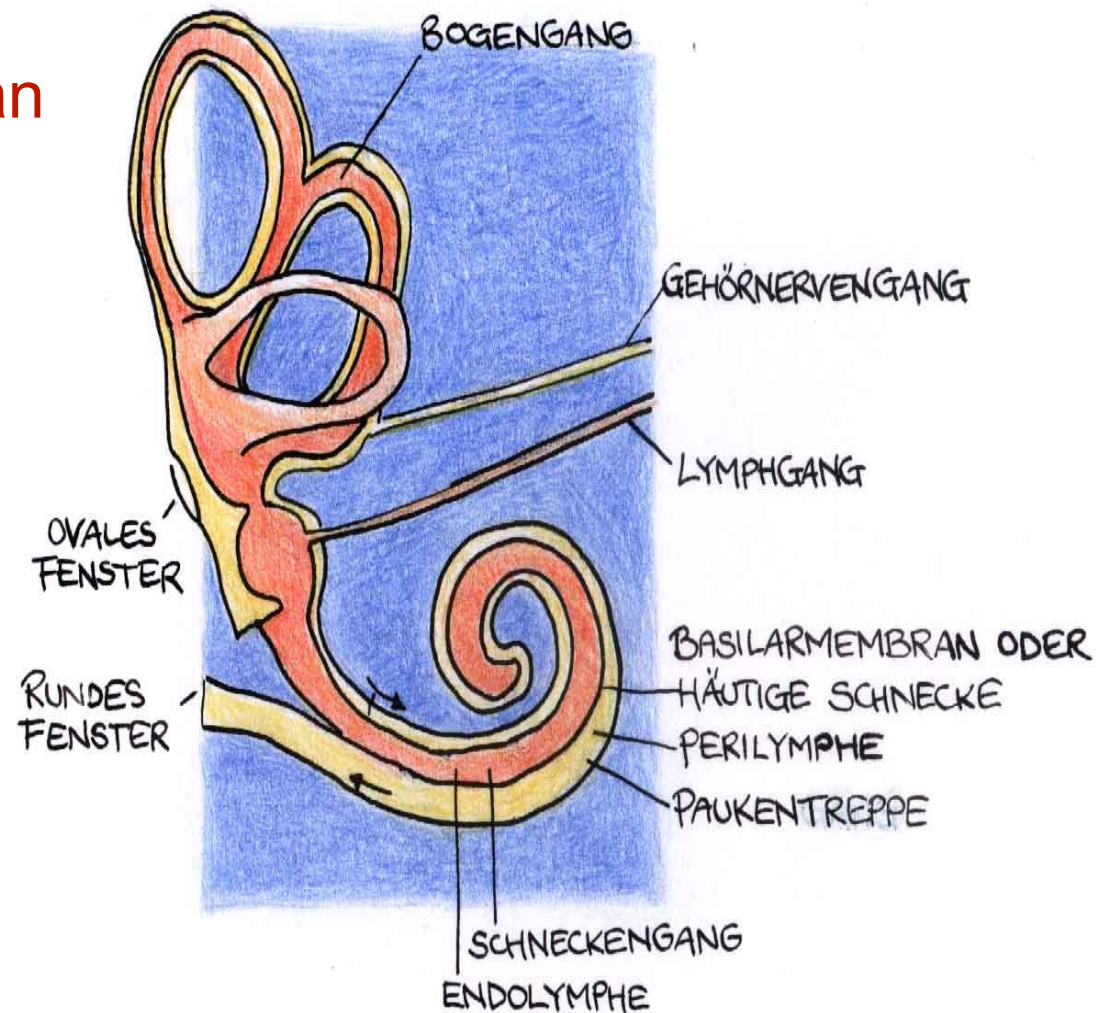


18

Das Innenohr (1)

Im Innenohr befinden sich zwei Organe mit unterschiedlicher Funktion:

das Gleichgewichtsorgan
(Bogengänge)
und das Hörorgan.

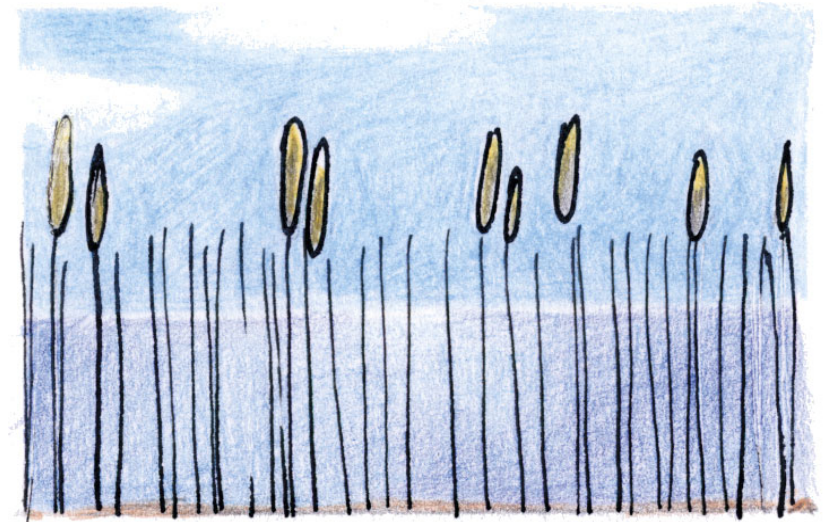


Das Innenohr (2)

Das Hörorgan wird wegen seiner Form auch **Schnecke** genannt. Die Schnecke ist ein spiralig gewundener Gang mit 2,5 Windungen und ist mit Lymphflüssigkeit gefüllt. Ausgestreckt hat sie eine Länge von 35 mm.

Durch das ovale und das **runde Fenster** besteht die Verbindung zum Mittelohr.

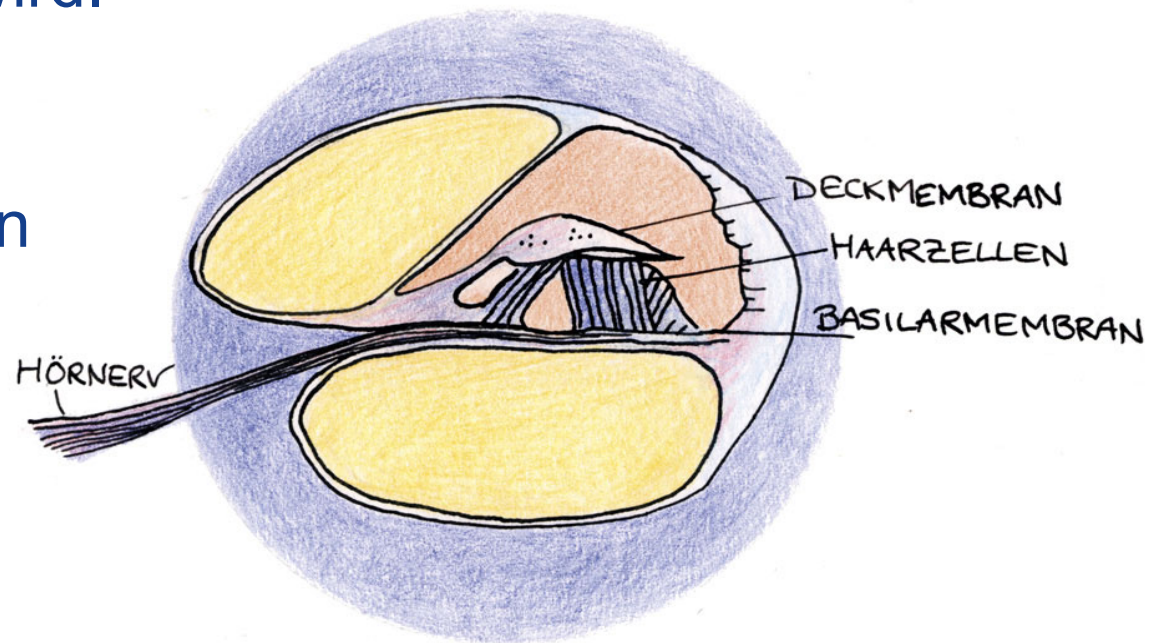
In der Hörschnecke befinden sich etwa 18.000 sehr feine und empfindliche Haarsinneszellen.



Was passiert im Innenohr?

Wenn der Steigbügel auf das ovale Fenster drückt, entstehen **Flüssigkeitswellen** in der Schnecke. Die feinen Zilien in der Hörschnecke schwingen mit jeder einfallenden Welle mit. Dadurch wird eine Erregung ausgelöst, die über den **Hörnerv** zum **Gehirn** geleitet und dort analysiert wird.

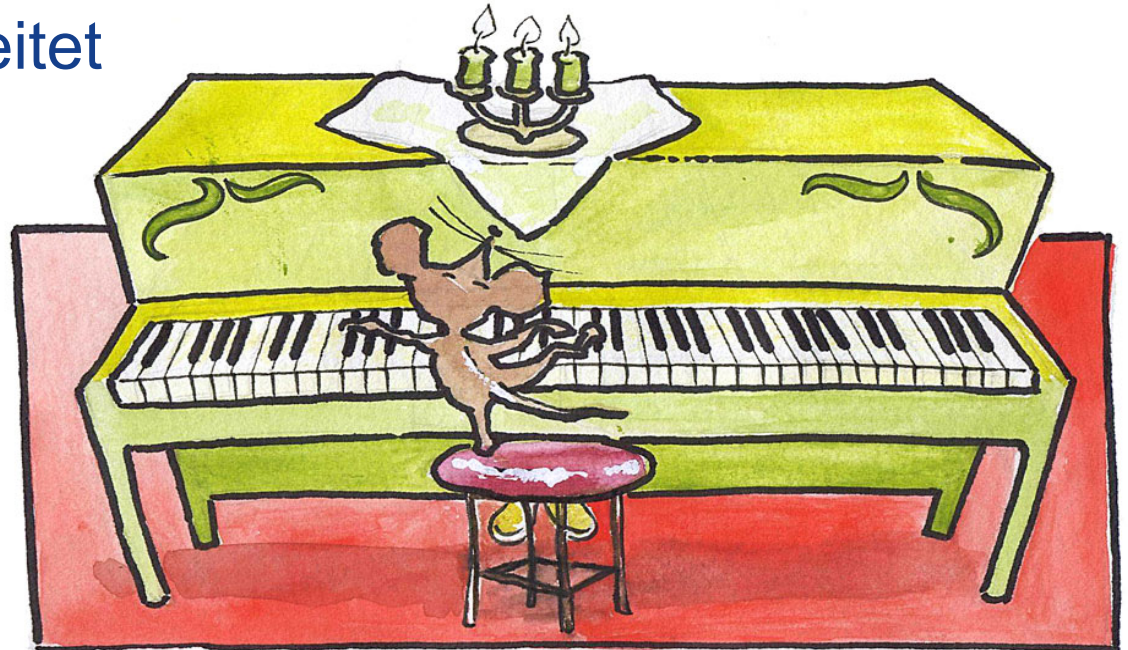
Erst wenn das alles geschehen ist, haben wir etwas gehört.



Unterschiedliche Tonhöhen

Das Schallwellenklavier in der Hörschnecke (1)

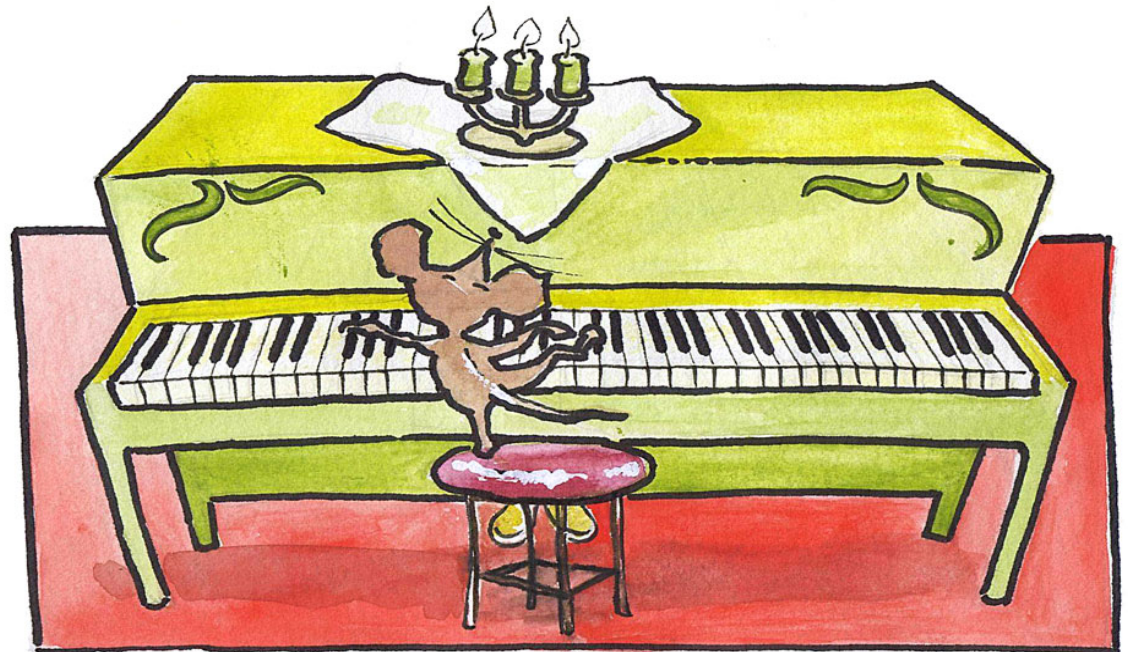
Bei einem Klavier ertönt ein bestimmter Ton, wenn man eine bestimmte Taste anschlägt. In der Hörschnecke ist es genau umgekehrt. Wenn ein bestimmter Ton vom Außenohr empfangen und vom Mittelohr zur Hörschnecke weitergeleitet wird, werden nur ganz bestimmte Zilien in der Hörschnecke zum Schwingen angeregt.



Unterschiedliche Tonhöhen

Das Schallwellenklavier in der Hörschnecke (2)

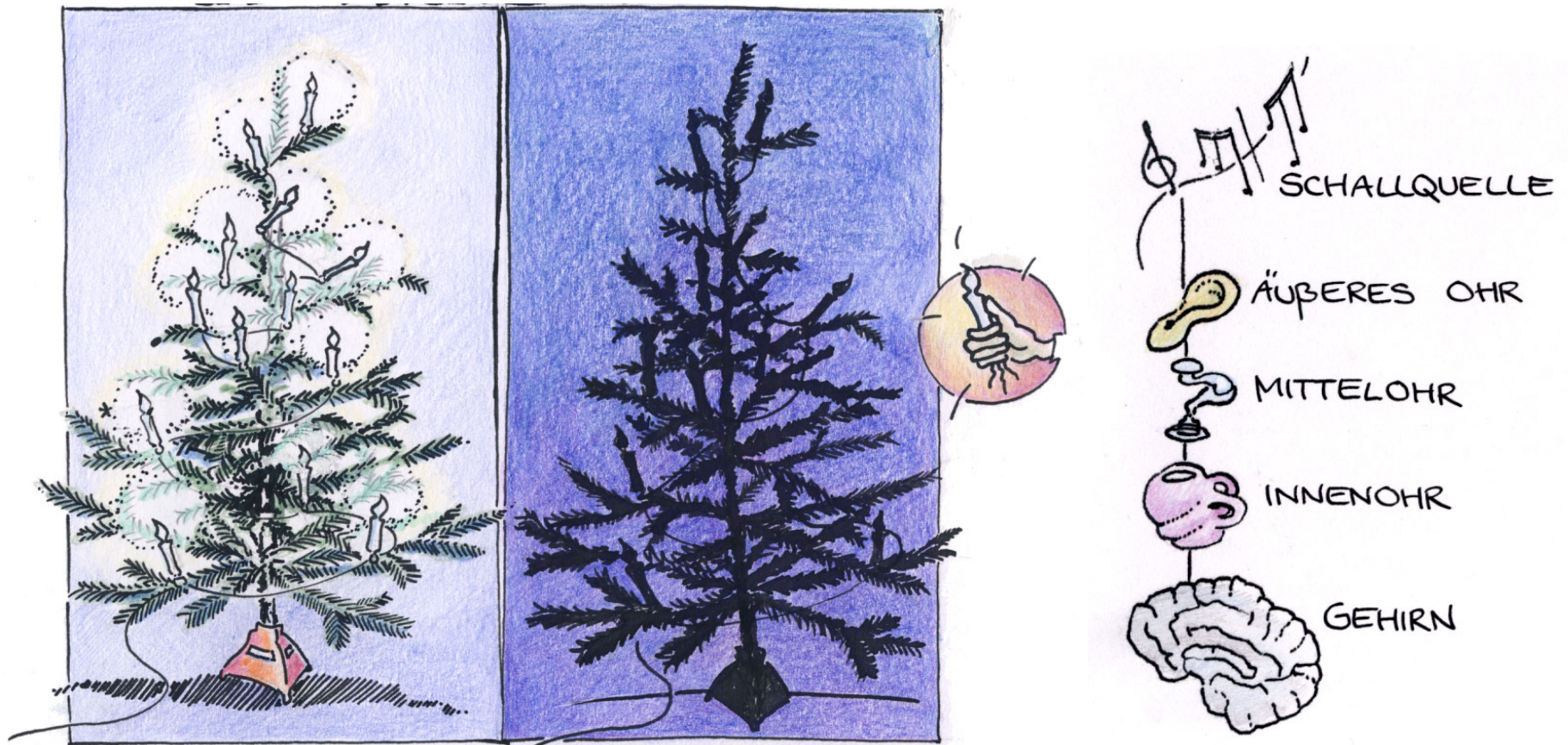
Kommt ein hoher Ton, dann schwingen die Zilien ganz am Anfang der Hörschnecke; bei tiefen Tönen ganz am Ende. So können wir Tonhöhen unterscheiden.



23

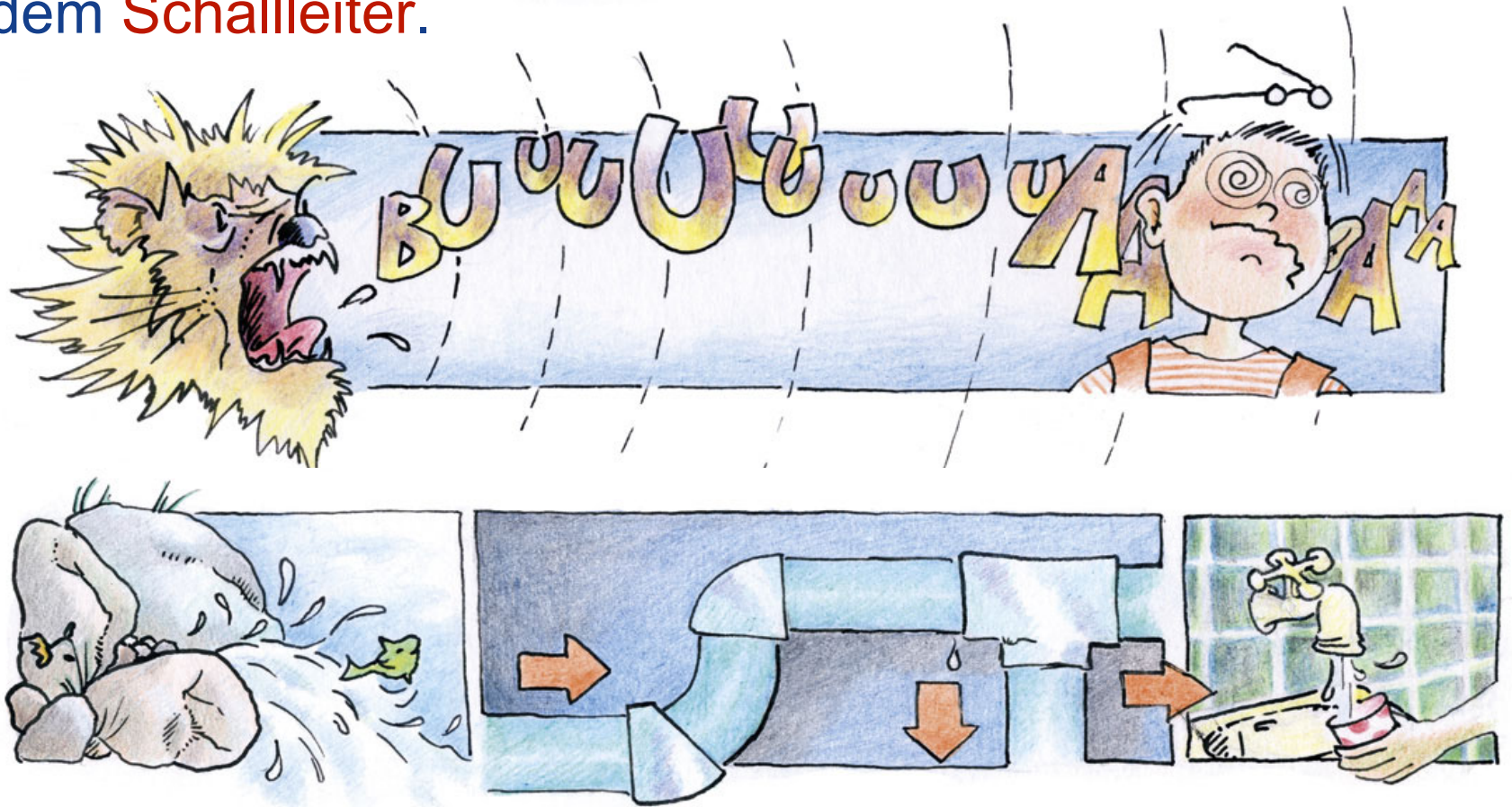
Der Hörvorgang als Reihenschaltung

Im Prinzip funktioniert das Ohr wie eine Weihnachtsbaumschaltung, nur wenn alle Bestandteile funktionieren, brennt Licht bzw. kann man hören.



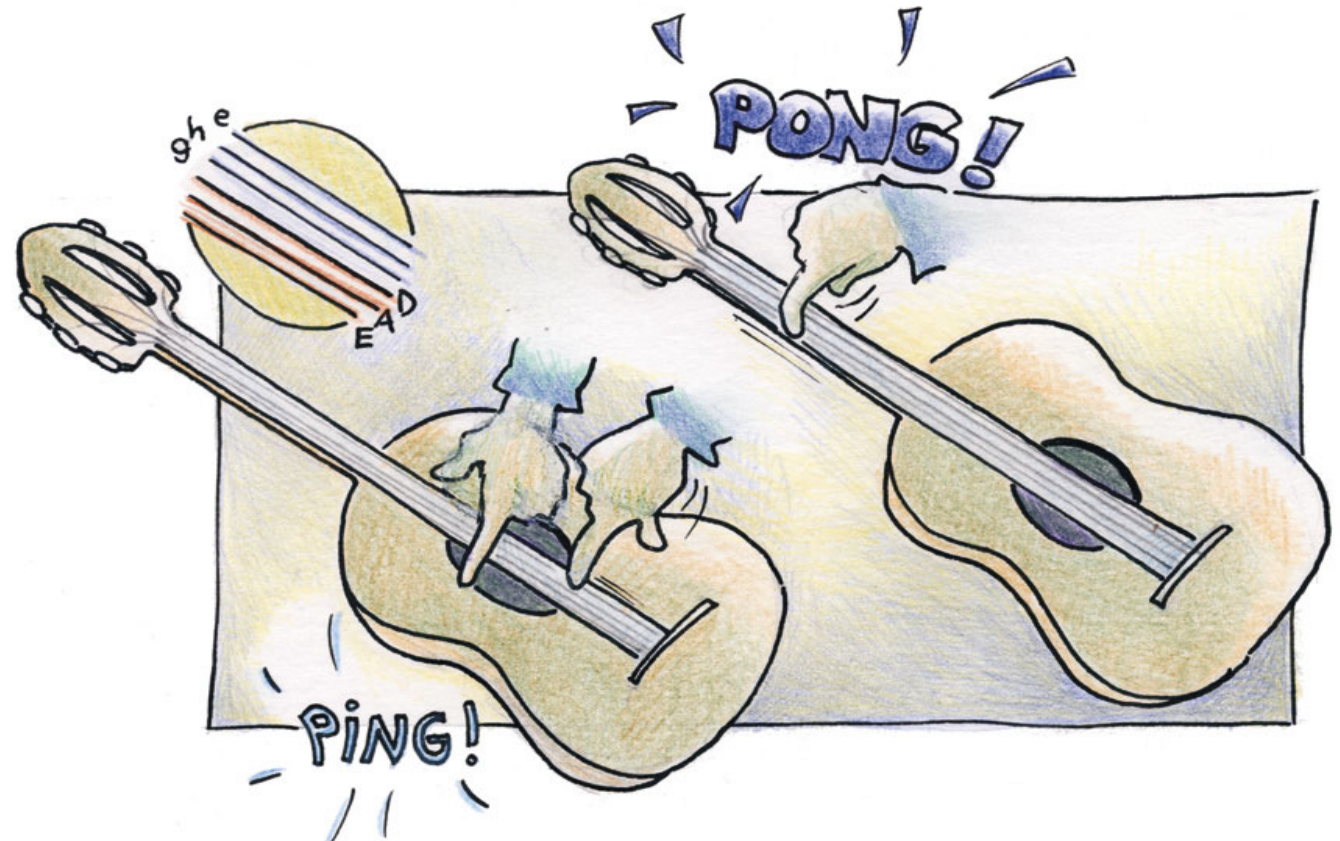
Schall - akustische Grundbegriffe

Damit Schall entstehen und sich ausbreiten kann, bedarf es einer Schallquelle und eines elastischen Mediums, in dem der Schall sich ausbreiten kann, dem **Schallleiter**.



Schall - akustische Grundbegriffe

Schall ist eine Form von **Energie** und entsteht immer dann, wenn ein Körper schwingt. Die Gitarrensaite schwingt, wenn sie angezupft wird, die Stimmbänder schwingen beim Sprechen und auch die Membran der Trommel gerät in Schwingungen, wenn man darauf schlägt.



26

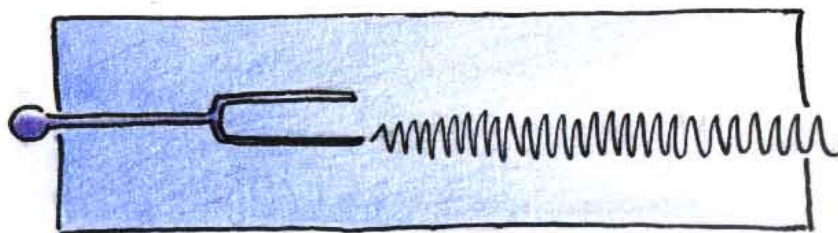
Frequenz

Die **Frequenz** ist die Zahl der Schwingungen, die bei einer laufenden Welle pro Sekunde an einem Punkt vorbeikommen. Die Einheit der Frequenz ist Hertz (Hz).

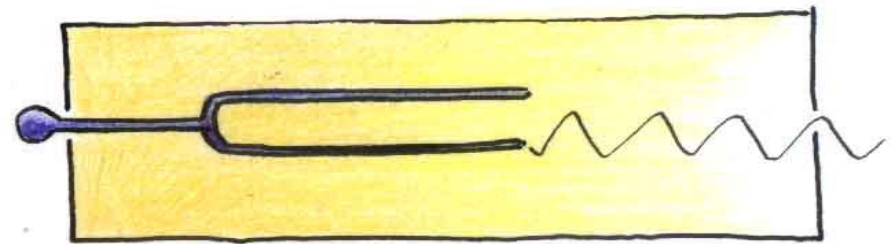


Unser Gehör kann Schwingungen mit Frequenzen von ca. 20 Hz bis 20 kHz wahrnehmen.

Schwingungen mit großer Frequenz empfinden wir als hohe Töne, solche mit kleiner Frequenz als tiefe Töne.



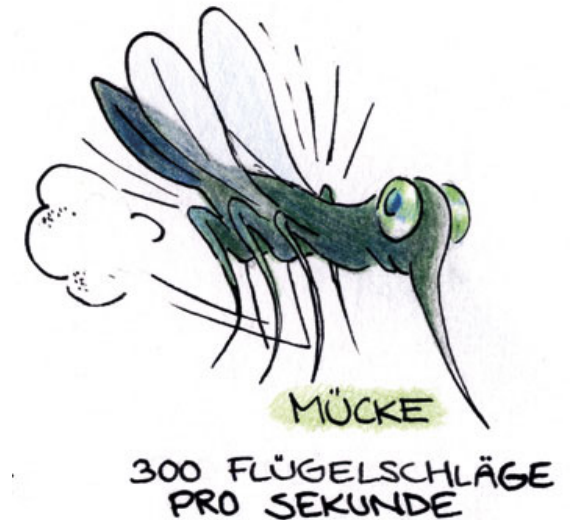
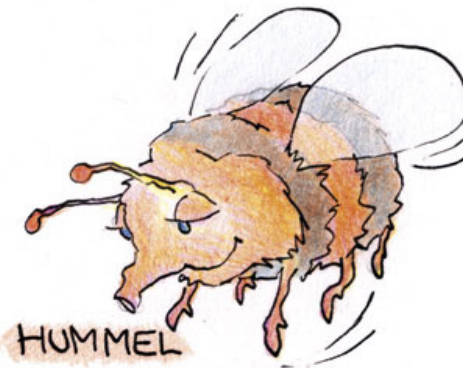
SCHNELLE SCHWINGUNG —
HOHER TON
(GROSSE FREQUENZ)



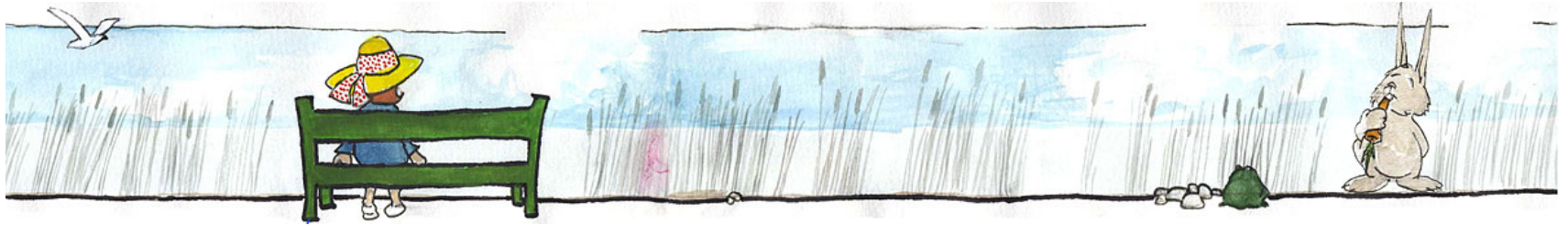
LANGSAME SCHWINGUNG —
TIEFER TON
(KLEINE FREQUENZ)

Frequenz – Eselsbrücken

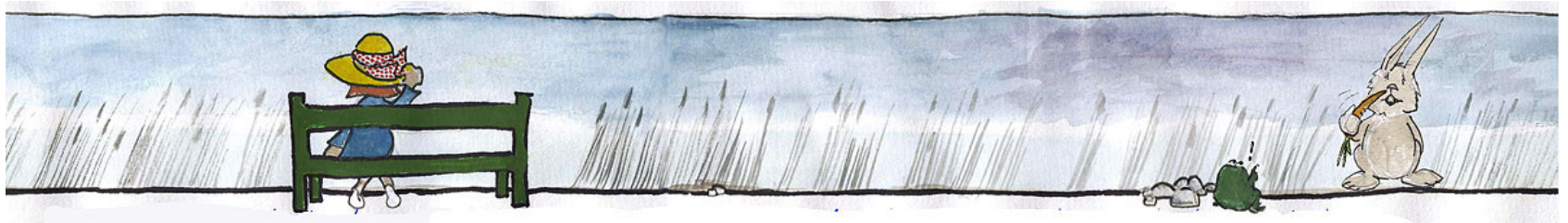
Je **mehr** Schwingungen pro Sekunde, desto **höher** ist der Ton.



Was Lärm im Innenohr anrichten kann

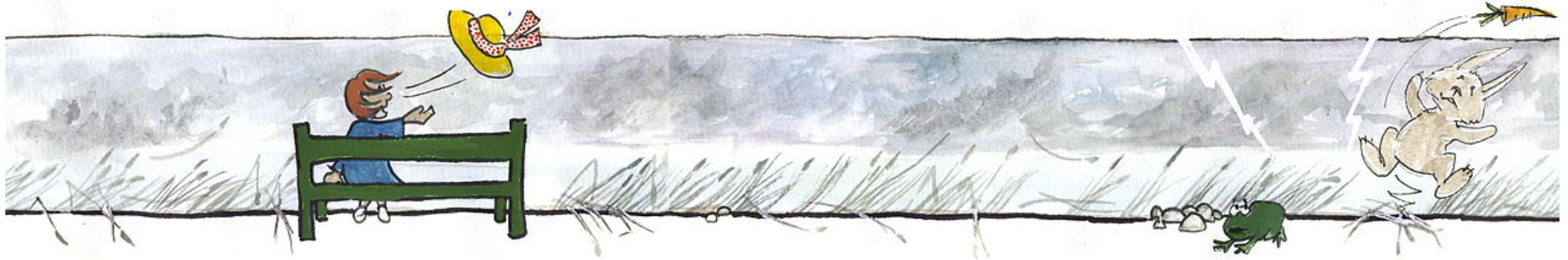


Wenn ein leiser Ton gehört wird, ist dies vergleichbar mit ruhiger See. Die Wellen sind flach und das Schilfrohr schwingt nur leicht.



Werden die Töne lauter, kommt dies einer höheren Windstärke gleich. Das Schilf schwingt stärker.

Was Lärm im Innenohr anrichten kann



Sehr hohe Lautstärken verhalten sich wie Sturm im Ohr. Die feinen Zilien können abbrechen. Das Hörvermögen verschlechtert sich. Leider können die abgebrochenen Härchen im Gegensatz zum Schilfrohr nicht wieder nachwachsen. Der eingetretene Hörschaden ist somit zeitlebend bleibend.

Einmal zerstörte Hörzellen können sich weder regenerieren, noch können sie ersetzt werden.



Lärmschwerhörigkeit

Lärmschädigungen sind sowohl vom **Schalldruckpegel**, als auch von der **Einwirkungsdauer** abhängig.

Je höher der Schalldruckpegel, umso kürzer die Zeit bis zur Schädigung und umgekehrt.

Je länger die Beschallungszeit, desto geringere Schalldruckpegel reichen zur Schädigung aus.



Hörschäden durch Knalle

Schon ein einziger lauter Knall kann einen **lebenslangen Hörschaden** verursachen.

Deshalb nie in Ohrnähe Knallkörper zünden oder Spielzeugwaffen abfeuern!



Rechnen mit Dezibel (dB)

Die Einheit dB ist keine lineare Einheit wie Meter oder Kilogramm – darum zwei Faustregeln beim Rechnen mit dB: Wird die Schallenergie **verdoppelt** (z.B. zwei Gitarren statt eine), dann addiert man **3 dB** dazu. Wird die Schallenergie **verzehnfacht** (z.B. zehn Gitarren statt eine), dann addiert man **10 dB** dazu.

Ein Unterschied von 10 dB kommt uns doppelt so laut vor, bei 3 dB merkt man einen hörbaren Unterschied.



Schutz vor Lärm

Leider können wir unsere Ohren nicht verschließen. Darum ist es nötig, sie vor Lärm zu schützen, z.B. durch **Gehörschutzstöpsel**! Die gibt es in jeder Apotheke!

